

附件 1

吉林省离散型数字化车间 (生产线)/智能工厂建设导则

一、车间/工厂设计数字化

车间/工厂的总体设计、工艺流程及布局已建立数字化模型，并进行模拟仿真，实现规划、生产、运营全流程数字化管理。

二、产品设计数字化

采用计算机辅助设计（CAD）等技术，实现产品数字化设计。采用计算机辅助工艺规划（CAPP）、设计和工艺路线仿真、可靠性评价等先进技术，实现工艺数字化设计及仿真优化。建立产品数据管理系统（PDM），实现产品多配置管理、研发项目管理，产品设计、工艺数据的集成管理。

三、制造过程装备数字化

建立生产过程数据自动采集和分析系统，实现生产进度、现场操作、质量检验、设备状态、物料传送等生产现场数据自动上传，并实现可视化管理。采用机器视觉等智能感知先进技术，实现工艺质量参数的在线测量及设备安全运行状态的在线监测。

四、制造过程管理信息化

建立制造执行系统（MES），实现制造数据、计划排产、生产调度、质量、设备、能效等管理功能。建立企业资源计划系统（ERP），

实现供应链、物流、成本等企业经营管理功能，以系统化思维和供应链管理为核心，科学配置资源，优化运行模式，改善业务流程，提高决策效率。建立仓库管理系统（WMS）、物料清单系统（BOM），实现生产制造现场物流与物料的精准管控。

五、数据互联互通

实现高档数控机床与工业机器人、智能传感与控制装备、智能检测与装配装备、智能物流与仓储装备等关键技术装备之间的信息互联互通与集成。建立企业级的统一数据平台，整合数据资源，支持跨部门及部门内部常规数据分析。建立工厂内部通信网络架构，实现设计、工艺、制造、检验、物流等制造过程各环节之间，以及制造执行系统（MES）、企业资源计划系统（ERP）、供应链管理系统（SCM）、客户关系管理系统（CRM）、产品数据管理系统（PDM）等关键信息化管理系统之间的信息互联互通与集成。采取信息安全措施，具备网络防护、应急响应等信息安全保障能力。

六、物流配送信息化

实现仓储配送与生产计划、制造执行以及企业资源管理等业务的集成，能够基于生产线实际生产情况拉动物料配送，根据客户和产品需求调整目标库存水平。

七、能源资源利用集约化

建立能源综合管理监测系统，主要耗能设备实现实时监测与控制。建立产耗预测模型，水、电、气（汽）、煤、油以及物料等消耗实现实时监控、自动分析，实现能源资源的优化调度、平衡预测和

有效管理。

八、其他关键要素

关键制造装备采用人工智能技术，通过嵌入计算机视听觉、生物特征识别、复杂环境识别、智能语音处理、自然语言理解、智能决策控制以及新型人机交互等技术，实现制造装备的自感知、自学习、自适应、自控制。结合行业特点，基于大数据分析技术，应用机器学习、知识发现与知识工程以及跨媒体智能等方法，在产品质量改进与缺陷检测、生产工艺过程优化、设备健康管理、故障预测与诊断等关键环节具备人工智能特征。

附件 2

吉林省流程型数字化车间 (生产线)/智能工厂建设导则

一、车间/工厂设计数字化

车间/工厂的总体设计、工艺流程及布局已建立数字化模型，并进行模拟仿真，实现规划、生产、运营全流程数字化管理。

二、生产过程自动化

实现对物流、能流、物性、资产的全流程监控，建立数据采集和监控系统，生产工艺数据自动数采率达到 90%以上。采用在线分析仪、智能传感器、软测量、工业过程大数据建模等智能感知先进技术，实现原料、关键工艺质量参数和成品检测数据的采集和集成利用，建立实时的质量预警。生产过程的质量数据实时更新，统计过程控制（SPC）自动生成，实现质量全程追溯。采用先进控制系统，工厂自控投用率达到 90%以上，关键生产环节实现基于模型的先进控制和在线优化。

三、制造过程管理信息化

建立制造执行系统（MES），实现制造数据、计划排产、生产调度、质量、设备、能效等管理功能。建立企业资源计划系统（ERP），实现供应链、物流、成本等企业经营管理功能，以系统化思维和供应链管理为核心，科学配置资源，优化运行模式，

改善业务流程，提高决策效率。

四、数据互联互通

建立企业级的统一数据平台，整合数据资源，支持跨部门及部门内部常规数据分析。建立工厂内部通信网络架构，实现设计、工艺、制造、检验、物流等制造过程各环节之间，以及制造执行系统（MES）、企业资源计划系统（ERP）、产品数据管理系统（PDM）、供应链管理系统（SCM）、客户关系管理系统（CRM）等关键信息化管理系统之间的信息互联互通与集成。采取信息安全措施，具备网络防护、应急响应等信息安全保障能力。

五、物流配送信息化

基于条形码、二维码、无线射频识别（RFID）等识别技术实现自动出入库管理。实现仓储配送与生产计划、制造执行以及企业资源管理等业务的集成，能够基于生产线实际生产情况拉动物料配送，根据客户和产品需求调整目标库存水平。

六、能源资源利用集约化

建立能源综合管理监测系统，主要耗能设备实现实时监测与控制。建立产耗预测模型，水、电、气（汽）、煤、油以及物料等消耗实现实时监控、自动分析，实现能源资源的优化调度、平衡预测和有效管理。

七、其他关键要素

关键制造装备采用人工智能技术，通过嵌入计算机视听觉、生物特征识别、复杂环境识别、智能语音处理、自然语言理解、

智能决策控制以及新型人机交互等技术，实现制造装备的自感知、自学习、自适应、自控制。结合行业特点，基于大数据分析技术，应用机器学习、知识发现与知识工程以及跨媒体智能等方法，在产品质量改进与缺陷检测、生产工艺过程优化、设备健康管理、故障预测与诊断等关键环节具备人工智能特征。

附件 3

吉林省未来工厂建设导则

1.范围

本文件规定了未来工厂建设总则、场景建设要求、分级建设要求。

本文件适用于制造业未来工厂的建设与评价，也适用于智能工厂和数字化车间的建设与评价。

2.规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 28612-2012 机械产品绿色制造 术语

GB/T 36132-2018 绿色工厂评价通则

GB/T 37393-2019 数字化车间通用技术要求

GB/T 39116-2020 智能制造能力成熟度模型

GB/T 39117-2020 智能制造能力成熟度评估方法

DB33/T 2350-2021 数字化改革术语定义

GB/T 41255-2022 智能工厂通用技术要求。

3.术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 未来工厂 **Future factory**

未来工厂是企业围绕未来发展战略，构建与产业大脑互联共生的数字化生态圈，以模型和数据驱动企业生产方式、组织形态和商业模式变革，持续追求价值链与核心竞争力提升，全面应用前沿技术、构建先进体系、实施优化管理、实现高效运营的现代化新型组织。

3.2 企业大脑 **Enterprise brain**

企业大脑是企业基于人工智能、大数据、云计算、工业互联网等新一代信息技术，融合各种先进适用的数据处理技术和组件而构建具有标准化数据底座的集成平台，通过汇聚企业全域全量数据、实施科学辅助智能决策及资源优化协同配置等，实现企业数据的集中化、标准化、价值化，业务流程的精准化、协同化、规范化，经营管理的智能化、精益化、个性化。

3.3 数字化设计 **Digital design**

是指企业在产品设计、工艺设计和试验设计等环节中应用数字化技术，建设协同、虚拟、绿色、并行和动态等数字化设计平台，采用自上而下、模块化、标准化、虚拟仿真、面向全生命周

期的并行/协同，基于大数据分析/知识工程等设计方法，通过设计的数字化、网络化和智能化，降低开发成本，加快开发流程，缩短上市周期，实现最佳设计目标和企业间协作的设计。

3.4 智能化生产 Intelligent production

是指企业应用新一代信息技术，围绕计划调度、生产执行、质量管控、物流配送和设备运维等生产制造过程的自感知、自优化、自决策和自执行的目标，满足生产设备、产线、车间及工厂的智能化、柔性化和敏捷化生产需要。

3.5 安全化管控 Safety & security control

是指企业围绕人员、设备、物料、过程、环境和数据等风险要素，应用安全可控的新一代信息技术，构建功能安全与信息安全的一体化管控体系，形成安全管理的规范化、制度化和标准化，持续提升本质安全水平的管控。

3.6 数字化管理 Digital management

是指企业围绕制造资源控制、现场运行监管、物流过程管控、生产执行跟踪和质量监督等各个场景，应用数字化技术和新一代信息技术，采集产品生产全生命周期的数据，应用深度学习等新一代信息技术，挖掘数据价值，优化管理模式，驱动企业开展智能决策、精益制造和精准服务。集成应用产品生命周期管理（PLM）、供应链管理系统（SCM）和客户关系管理系统（CRM）

等系统，满足数据共享共用和业务协同管理的需求。

3.7 绿色化制造 Greenized manufacturing

是指企业围绕用地集约化、原料无害化、生产洁净化、废物资源化和能源低碳化等目标，兼顾环境、资源和经济效益等因素，采用绿色原材料、使用清洁能源、优化生产方式，实现产品设计、制造、包装、运输、使用、维修到回收及再制造的整个生命周期中，资源利用率的提高、碳排放的降低和生态环境负面影响的减少，达到可持续协调优化的制造模式。

[改至：GB/T 28612-2012，2.1]

3.8 个性化定制 Personalized customization

是指企业围绕产品设计、计划排产、柔性制造、物流配送和售后服务等业务环节，采用平台化服务、模块化设计和模块化生产的方式，满足用户个性化需求与批量生产能力有机结合的规模化定制需要。

3.9 网络化协同 Networked collaboration

是指企业基于工业互联网平台，开放产品研发、制造和物流配送等能力资源，通过推进企业内部、企业间的设计、供应链、生产、设备和服务等在线协同、动态优化和资源的高效利用，达到提供研发设计、生产制造和服务运维等协同能力。

3.10 服务化延伸 Serviced extension

是指企业基于数据集成共享和数据资源化运营，提供产品延伸服务、供应链/产业链服务、数字化延伸服务，实现从单一产品制造向制造与服务集成的转变，构建“生产服务+商业模式+金融服务”跨界融合的数字化生态。

3.11 模型化发展 Modelized development

是指企业应用基于模型的系统工程（MBSE），从产品概念设计到持续开发乃至产品全生命周期中，从系统观念出发，以最优化方法解决复杂系统/产品的规划、设计、制造与使用问题。

4.缩略语

下列缩略语适用于本文件。

APS: 高级计划与排程（Advanced Planning and Scheduling）

AR: 增强现实（Augmented Reality）

CAD: 计算机辅助设计（Computer Aided Design）

CAE: 计算机辅助工程（Computer Aided Engineering）

CAM: 计算机辅助制造（Computer Aided Manufacturing）

CAPP: 计算机辅助工艺过程设计（Computer Aided Process Planning）

CPS: 信息物理系统（Cyber-Physical Systems）

CRM: 客户关系管理（Customer Relationship Management）

ERP: 企业资源计划（Enterprise Resource Planning）

JIT: 准时生产系统(Just In Time)

LIMS: 实验室信息管理系统 (Laboratory Information Management System)

MBSE: 基于模型的系统工程 (Model Based System Engineer)

MES: 制造执行系统 (Manufacturing Execution System)

MR: 混合现实 (Mixed Reality)

PDM: 产品数据管理 (Product Data Management)

PLM: 生命周期管理 (Product Lifecycle Management)

RFID: 射频识别 (Radio Frequency Identification)

SCM: 供应链管理 (Supply Chain Management)

SRM: 供应商关系管理 (Supplier Relationship Management)

VR: 虚拟现实 (Virtual Reality)

WMS: 仓库管理系统 (Warehouse Management System)

MBSE: 基于模型的系统工程 (Model-based system engineering)

5.总则

5.1 体系架构

未来工厂应围绕价值链和核心竞争力提升的总目标，融合应用新一代信息技术和先进制造技术，依托技术与数字赋能支撑，按照基础设施层、平台数据层、场景应用层进行建设，并

建立与之相适应的制度机制。

5.2 建设目标

5.2.1 总体目标

未来工厂应围绕企业价值链与核心竞争力提升的总体目标，持续推动质量升级、效益提升、敏捷治理和创新发展，实现企业质量变革、效率变革、动力变革。

a) 质量升级：应建立完善质量管理体系，加强价值链全流程的精益管理，全面升级产品质量、管理质量、服务质量和品牌价值。

b) 效益提升：应围绕产品全生命周期，从改善生产工艺、重塑生产流程、优化资源配置等方面着手，缩短产品研发周期，降低生产成本，提高生产效率和能源利用率。

c) 敏捷治理：应主动适应市场环境变化和客户需求，以数据驱动企业生产运营管理，并建立与之相适应的组织管理结构和制度机制，提升管理决策效率、市场响应能力和风险应对能力。

d) 创新发展：应加强技术创新，突破关键核心技术，引领新技术新装备应用，并结合应用场景探索新模式、发展新业态，引领生产方式、组织形态和商业模式变革。

5.2.2 发展导向

未来工厂建设要遵循高端化、智能化、绿色化、精益化、人

本化的发展导向与要求。

a) 高端化：应顺应技术进步和消费升级需求，加强核心技术攻关，提升产品质量，塑造产品品牌，打造高端化产品，向价值链中高端攀升，巩固在产业链关键环节上的地位。

b) 智能化：应在各类辅助设备的帮助下自动地监控生产流程，能够对生产信息进行分析、计算、比较、判断与联想，实现感知、执行与控制决策的闭环。

c) 绿色化：应充分考虑用地集约化、原料无害化、生产洁净化、废物资源化、能源低碳化，使绿色发展理念贯穿在产品全生命周期的各个环节。

d) 精益化：应采用精益管理理念、工具和方法，在设计、制造、销售、服务、管理等流程减少浪费、降低成本和复杂程度。

e) 人本化：应以以人为本的理念贯穿于智能制造系统的全生命周期，充分发挥人与机器的各自优势，实现资源优化分配、生产力持续提升和环境自适应。

5.3 赋能保障

5.3.1 赋能支撑

企业应融合应用新一代信息技术和先进制造技术，构建与行业（区域）工业互联网平台、产业大脑等互联共生的数字化生态组织，赋能支撑未来工厂建设。

5.3.1.1 新一代信息技术

新一代信息技术包括人工智能、数字孪生、大数据、云计算、物联网、5G、边缘计算等技术。

a) 应采用数字孪生、元宇宙等技术，通过建立数据模型、逻辑模型和可视化模型，在信息空间构建一个与物理工厂高度相似、内部逻辑一致、运行数据契合的虚拟工厂，实现信息流、物料流和控制流的有序流转，以及产品设计、物理设备和生产过程的实时可视化展示和迭代优化。

b) 应在研发、设计、生产、检测、服务、决策等环节采用计算机视觉、自然语言处理、语音识别，以及机器学习、深度学习、大模型等人工智能技术，提升企业生产运营的数智化水平。

c) 应建设工业互联网平台，通过全面互联和数据驱动，实现基于大数据的设备运行优化、生产运营优化、以及企业协同、用户交互与产品服务优化的管理闭环。

d) 应基于工业网络组网技术，可优先采用 5G 组网技术，建立数据隔离、质量保证的基础通信网络，实现大带宽、低时延、安全可靠的数据传输，满足在生产运行和管理过程中的通信要求。

5.3.1.2 先进制造技术

先进制造技术包括数字化设计技术、先进工艺（加工）技术、智能装备技术等。

a) 设计技术：应广泛应用创成式设计、虚拟设计等数字化设计技术，实现产品研发全生命周期的网络协同研发和设计验证优化。

b) 工艺（加工）技术：应创新应用超精密、高速加工、增材制造、微纳制造、再制造等先进工艺（加工）技术，实现制造过程的优化与协同。

c) 装备技术：应深度融合应用数控装备、工业机器人、工业视频等智能制造装备，结合工业互联网、云计算、大数据等新一代信息技术，提升制造过程的柔性化和智能化。

5.3.1.3 数字化生态

包括数字技术人才、行业（区域）工业互联网平台、产业大脑等。

a) 应加强数字技术人才培养，建立与企业发展相适应的人才支撑体系，依托企业研发机构开展数字技术、先进制造技术等产学研合作。

b) 应结合自身团队的技术能力，联合数字化服务商共同建设并深度参与其中，形成紧密合作关系。

c) 应充分应用行业（区域）工业互联网、产业大脑等数字化支撑平台提供的解决方案、模型组件和数据产品，并允许自身形成的数字化产品对外输出。

d) 应围绕市场变化和客户需求，基于行业数据、市场数据进行分析预测，提高企业快速响应市场环境变化的敏捷性。

5.3.2 制度机制

包括技术标准体系、质量管理体系、安全防护体系和组织管理体系。

a) 技术标准体系：应建立完善相关技术标准，规范工厂设计、生产、管理、物流及其系统集成等业务活动，并针对流程、工具、系统、接口等应用要求，使用统一的技术标准。

b) 质量管理体系：应贯彻精益理念，加强质量管理体系建设，开展生产全过程质量管控，实施从原材料采购、生产过程控制与检验、产品出厂检验到售后服务全过程的质量管理。

c) 安全防护体系：应围绕生产安全、信息安全、功能安全等建立完善安全防护体系，提升安全生产的主动防御能力、监测预警能力、应急处置能力、协同治理能力。

d) 组织管理体系：应建立以人为本的企业文化，加强党建引领的现代化新型组织建设，持续改善工作环境，提升员工的获得感和幸福感，并建立相适应的组织管理架构和制度机制。

5.4 基础支撑

5.4.1 基础设施

5.4.1.1 厂房（园区）设施

包括厂房（园区）、道路、水、电、气、污水处理等基础设施及公共服务设施等。

a) 应依据空间布局进行整体规划，实现厂房（园区）、水电气供应等系统配套，并对人、车、物、环境等开展信息监测与管理；

b) 应依据空间规划，配备建设环境监测与污水处理设施，以及职工宿舍、休息区等生活服务设施。

5.4.1.2 数字基础设施

包括5G、工业互联网、数据中心等新型基础设施。

a) 应根据业务场景对大带宽、低延时、广连接的通信需求，建设5G、千兆光纤网络、移动物联网等新一代通信网络基础设施，融合工业互联网，满足数据采集与感知、远程控制、边缘计算等场景应用需求。

b) 应结合企业业务需求搭建工业互联网平台、数据中心等新型基础设施，满足生产管理需求。

5.4.1.3 装备设施

包括用于生产制造所需的智能装（设）备，以及生产配套设施。

a) 围绕产品的生产制造，应使用自主可控的数控机床、加工中心、工业机器人，以及智能传感与控制、智能检测与装配、

智能仓储与物流等智能制造装（设）备，并持续推进装备数字化、智能化升级。

b) 应根据需求，配套建设研发设计、检验检测、仓储物流等生产配套设施。

5.4.2 平台数据建设

5.4.2.1 工业互联网平台

建设企业级工业互联网，构建基于工业数据采集、汇聚、分析和价值传递的能力，实现工业设备连接、资源远程调度和高效配置。

a) 应通过传感器、网关、边缘计算等技术手段，完成工业协议转化，实现工业设备的连接。

b) 应形成有效的数据采集体系，对企业设备数据和工艺数据和各种管理系统数据进行采集，以满足数据应用、数据查询、数据加工、数据分发等需求。

5.4.2.2 数据平台

建设标准化数据底座，构建企业各种数据交互和共享的基础平台。

a) 应构建企业数据标准体系，并提供工厂各个系统与数据底座交互的标准 API 接口，实现各种异构系统数据的标准化接入。

b) 应对研发、生产、销售、物流、财务、供应链、人员等企

业全域全量数据进行分类分级管理，为企业数据治理提供支撑。

5.4.2.3 企业大脑

依托工业互联网和数据平台，实现工厂实时数据的统一采集、管理、传输和分析应用，并构建知识图谱，沉淀形成模型、组件等数字化能力，驱动业务智能化升级。

a) 应提供数据开发工具，提升数据管理与开发应用的效率，开展数据分析和深度加工，实现基于角色的多维交互。

b) 应对企业内外部的实时/历史、同构/异构等工业数据进行集成清洗、存储管理和分析挖掘，实现全流程的数据治理。

c) 应支持知识图谱、模型和通用工具组件的敏捷开发、部署和组态，实现知识经验的模型化、组件化，为企业研发设计、生产调度、运营决策、销售服务等提供智能化能力支撑。

d) 应具备数据安全体系化的服务能力，包括数据备份与灾备、数据隐私与权限控制、防范网络攻击等。

5.4.3 场景应用

包括智能工厂、高端化产品、智慧供应链和新模式新业态等场景应用。其中智能工厂通用技术要求见 GB/T 41255 — 2022。

5.4.3.1 高端化产品

应立足产品高端化，围绕产品价值化、智能化、品质化和

绿色化，突破核心技术，改进制造工艺，加强质量管控，提升产品附加值和市场竞争力。

5.4.3.2 智慧供应链

应建设供应链协同平台，利用云计算、大数据、人工智能等信息技术和数字化手段，优化供应链管理，提升资源优化配置与调度能力。

5.4.3.3 新模式新业态

应融合应用新一代信息技术，围绕研发设计、生产制造、管理服务 etc 开展新模式新业态创新，包括个性化定制、网络化协同、服务化延伸、模块化发展等。

5.5 建设类型

企业应结合未来发展战略和方向，综合考虑自身条件、行业特点和产业变革趋势，可按以下四种类型推进建设。

a) 创新突破领航型：以具有先进生产制造水平和大规模生产能力的大型企业为主建设，在关键共性技术突破、先进制造技术应用、新模式新业态创新等方面具备创新引领性特征。应在工艺装备、工业软件等关键共性技术方面有重大突破，以先进制造技术为主要生产手段，在生产制造、智能服务等模式创新方面打造标志性场景，具备大规模、柔性化、智能化的生产制造能力，优化配置各类生产要素，成为行业智能制造的典范。

b) 集群示范头雁型：以产业集群（行业）头部企业为主，具备模型化凝练和行业示范带动的特征。应围绕生产制造关键环节和运营管理难点，通过技术创新解决行业共性问题，输出新技术新装备新应用，形成易复制可推广的数字化产品和服务，为产业集群和细分行业提供经验模式和成功路径。

c) 协同共生链主型：以产业链链主企业和关键环节企业为主建设，具备产业链协同共生的特征。应建有产业链供应链协同平台，立足企业所在产业链条，推进全产业链要素资源集聚和动态优化配置，面向产业链上中下游企业提供专业化服务，实现强链补链，并带动大中小企业融通发展。

d) 业态变革平台型：以服务型制造企业、平台型制造企业或总部经济型企业为主建设，具备平台化运营管理或服务延伸的新兴业态特征。应依托工业互联网平台或智慧供应链，深化制造业与互联网融合发展，打通生产端、服务端、消费端，为客户提供产品延伸服务，引领业态和商业模式变革；或实现对企业集团跨地域生产运营的平台化、智能化管理，引领企业组织形态和产业模式变革。

6.场景建设要求

6.1 数字化设计

6.1.1 工厂（车间、产线）规划设计

通过三维建模、系统仿真、设计优化和模型移交，实现基于模型的工厂规划、设计和交付，提高设计效率和质量，降低成本。

a) 应基于产品类型或构成、设备能力、仓储物流及等多车间的协作关系，进行工厂的整体设计和规划。

b) 应基于工厂整体设计与规划，通过三维建模、系统仿真、虚拟现实等技术，对生产工艺、物流配送、车间布局、厂区建筑、公用设施等进行数字化建模仿真，实现规划、生产、运营全流程数字化管理。

c) 应综合应用数字化建模、仿真分析、物联网、云计算、人工智能、大数据等先进技术进行企业全流程设计、仿真和持续优化，建立动态数字孪生虚拟工厂，并实现物理工厂和虚拟工厂模型的同步交付。

6.1.2 产品设计

应用计算机辅助设计工具和设计知识库，集成三维建模、有限元仿真、虚拟测试等技术，应用新材料、新工艺，开展基于模型的产品设计、仿真优化和测试，实现产品全生命周期实施数字化路线。

a) 应建立产品设计标准库、组件库、知识库，应用三维CAD/CAE、AR/MR/VR等产品设计工具，满足产品三维设计的参数化、模块化要求。

b) 应基于研发管理体系（如产品标准化大纲、CMMI、IPD 等）指导产品研发，通过 CAX、PDM/PLM 等研发工具的集成应用，开展多角色、跨部门及产业链上下游的协同设计。

c) 应基于数字化产品结构设计、性能分析、设计过程管理、产品数据管理和支持数据库的数字化平台，开展产品全生命周期的设计。

d) 应基于新材料、新技术以及产品设计标准库、MBD 模型库和设计知识库的集成和应用，开展产品的高效设计与仿真测试。

6.1.3 工艺设计

应基于工艺知识库、相关数据和设计云平台，开展工艺的优化与协同设计。

a) 应建立工艺知识库，并与 CAPP、PLM 等系统集成，辅助工艺设计。

b) 应建立工艺机理模型（设备级、单元级、产线级）库等，进行工艺建模、仿真分析和工艺验证。

c) 应根据设计（含工艺、装备）、生产、检测、运维产品全生命周期反馈的实施动态数据，开展产品及工艺仿真优化和再设计，持续优化产品设计、工艺设计和试验设计。

d) 应基于产品个性化定制、质量全过程管理、全流程高水平自动化、全域数字化等制造精益体系要求，开展综合市场、技

术、资源等导向策略的引领行业发展的制造工艺设计创新。

e) 应建立工艺设计云平台，满足产业链跨区域、跨平台的协同工艺设计需求。

6.2 智能化生产

6.2.1 计划调度

企业应采用生产计划排产系统或平台、先进排产调度算法模型、生产运行实时模型等技术，满足多种约束条件的动态实时生产排产和调度，实现对突发事件的自动预警、辅助决策和优化调度。

a) 应采用APS等生产计划排产系统，基于市场需求、工厂采购、安全库存、仓储配送、生产能力等约束条件进行科学排产。

b) 应跟踪各生产车间及采购、仓储、配送等环节的计划执行情况，进行计划执行监控和进度分析

c) 应建立计划执行统计和分析模型，根据各级计划执行的实时情况，进行计划动态调整和优化

e) 应基于产供销协同平台，协同销售计划、生产计划、采购计划、物流计划等，滚动进行计划排程和计划优化。

f) 对于离散制造企业，应建立单元制造任务的动态调度模型，实时获取生产信息,以应对生产过程中发生的非计划任务、

设备故障、交货期更改等不确定性事件，达到制造任务的效益均衡和灵活高效。对于流程制造企业，应建立生产管控一体化平台，实时智能感知物流、能源流和信息流的状况，通过主动响应、自动决策等方式满足安全稳定生产、长周期满负荷运转、节能减排等生产调度目标。

6.2.2 生产执行

企业应使用MES/MOM等信息化系统，实现作业文件自动下发与执行、设计与制造协同、制造资源动态组织、生产过程管理与优化、生产过程可视化监控与反馈、生产绩效分析和异常管理，提高生产过程的智能化和可控性。

a) 应通过制造执行系统等信息系统集成，将工艺指导文件、生产配方、运行参数或生产指令等下发到制造单元，协同调度物料、人员、设备、工具和仓储等各类生产资源进行精益化、柔性化和协同生产。

b) 应基于CPS、数字孪生技术，实时跟踪物料、人员、生产进度、质量和设备等生产执行情况，进行全工厂关键生产过程及状态的监控，对生产异常进行快速协同响应、调整和过程优化。

c) 应建立从产品设计到工艺分配，从客户订单到生产工单，从生产排产到生产执行，从分析反馈到设计改进的闭环的

优化流程、数据集和分析模型。

d) 应基于数学模型或数字孪生技术，通过对制造过程关键因素的动态监控与仿真，持续优化生产过程。

e) 对于离散制造企业，应搭建工厂数据模型，对生产设备、物流装备、物料配送等进行动态调度。对于流程制造企业，应基于工艺模型、工艺知识库，开展数据分析，持续优化生产过程。

f) 基于生产管理需要，利用VR/AR/MR技术，开展沉浸式辅助操作和技能提升。

6.2.3 质量管控

企业应用新一代信息技术等手段，实现质量数据采集、在线质量监测和预警、质量档案及质量追溯、质量分析与改进等质量活动的智能化和敏捷化。

a) 应采用智能传感、图像识别等技术，进行产品质量（如结构、尺寸、外观、性能等）实时在线检测。

b) 应采用质量管理体系或 LIMS 等，对过程质量、检验检测和试验数据进行分析，通过与制造系统集成，进行闭环管控和质量优化，并形成质量偏差、质量预测等质量控制模型。

c) 应采用 SPC 等质量分析工具，建立质量分析模型和算法，开展质量分析、质量风险预测、质量提升等质量预防式管

理。

d) 应建立产品质量数据库，实现对产品全生命周期的质量记录，保证各环节的可追溯性。

e) 宜建设质量大数据与算法模型，实现数字化的产品质量分析与预测，辅助产品与工艺参数优化决策，实现在线自动闭环控制。

6.2.4 仓储物流

企业应运用自动分拣、射频识别、声控技术等先进技术，对物品的进出库、存储、分拣、包装、配送及其信息进行有效的计划、执行和控制，确保物料仓储配送准确高效和运输精益化管控。

a) 应集成仓储空间、物流设备、仓储管理系统与调度系统，根据生产过程或调度计划，应用智能物流装备对工厂(多车间)物料出入库进行调度、拉动物料配送，并进行配送全过程信息跟踪与异常报警。

b) 应将 WMS 与 ERP/MES/SCM/TMS 等系统集成，通过数据互联对工厂(多车间)物料进行跟踪、监控和预警。

c) 应建立最优路径模型以及最小批量、JIT 准时配送等模式。实现企业物流的统一调度与优化。

d) 应通过与供应链上下游的信息共享，根据市场需求、供应信息和仓储状态，动态优化企业仓储、物流，实现最短周转

期，最少资金占用。

6.2.5 设备运维

企业应建立设备故障知识库，通过设备信息管理系统和新一代信息技术，实现设备运行状态实时监控、基于知识的设备故障管理、基于大数据的设备预测性维护、远程诊断、设备运行分析与优化等，实现设备运维智能化。

a) 应对设备进行联网，利用智能终端开展点巡检、维修维护、保养等的管理，实现对设备状态和关键数据的在线采集和状态监控。

b) 应基于设备制造数据、设备运行数据和设备检/维修数据，建立设备信息数据库，开展设备全生命周期管理。

c) 应建立设备信息管理系统，对设备的保养、维修、备品备件等进行数字化管理，支撑设备全寿命周期的低成本、高可靠运行。

d) 应基于设备运行数据和设备故障模型，应用大数据、数字孪生、人工智能等技术，开展设备运行优化分析、设备状态异常预警与预测性维护。

e) 应基于设备运维平台，协同社会资源和制造商，开展设备远程诊断和故障预警。

6.3 绿色化制造

6.3.1 能源管控

企业应进行能耗全面监测、能效分析和优化调度，提高能源利用率，降低能耗成本。（参考了国家智能制造场景要求）

a) 应部署能耗采集装置，实现能耗实时采集、监测，开展能耗数据分析与调度优化；

b) 应建立能源管理系统，应用智能传感、大数据、5G 等技术，开展全环节、全要素能耗数据采集、计量和可视化监测。

c) 应建立节能模型，实现能源的动态预测与平衡，并指导生产。

d) 应建立综合能源管理平台，应用能效优化机理分析、大数据和深度学习等技术，优化设备运行参数或工艺参数，实现关键设备、关键环节等能源综合平衡与优化调度。

6.3.2 环境排放监测

企业应通过搭建环管理理平台，应用机器视觉、智能传感和大数据等技术，开展排放实时监测和污染源管理，实现全过程环保数据的采集、监控与分析优化。

a) 应建立三废、噪声、温室气体等环境排放的数据采集监控系统,开展水、气等污染物排放采集与监控。

b) 应建立污染源在线监测系统，应用机器视觉、智能传感和大数据等技术，开展排放实时监测和污染源管理，实现监

控报警和改进优化。

c) 宜建立污染源排放数据模型，实现动态预警、精细管控，降低污染物排放，消除环境污染风险。

d) 宜建设碳资产管理平台，集成智能传感、物联网、区块链等技术，实现全流程碳排放追踪、分析、核算和交易。

6.3.3 资源循环利用

企业应建立资源循环利用体系，融合条码、物联网和5G等技术，对废弃物处置与循环再利用进行全过程监控、追溯，实现资源循环利用。

a) 应建立制造全过程主材、包材、辅材以及废品、废料等资源循环利用体系。

b) 应建立面向资源循环利用的数字化模型，对资源循环利用进行优化管控。

6.3.4 能源综合利用

企业应采用太阳能、风能、水能、地热能、海洋能、生物质能等可再生能源替代不可再生能源；开展生产过程的余热、余压等的再利用，实施建筑与照明节能等，有效提高能源利用率。

a) 基于能耗监控系统，进行能耗数据分析，开展制造全过程节能技术改造。

b) 应开展绿色能源应用，持续提高绿色能源的利用占比。

c) 应全面开展能源绿色化，余热、余压等循环再利用，建筑与照明等综合节能，建立相应的数字化模型与管控机制，实现能源综合利用精细化。

6.4 精益化管理

6.4.1 运营管理

企业应基于精益管理理念和精益管理工具，实现生产现场、办公现场简洁明了、信息透明，持续提高管理效率和水平。

a) 应推行 5S 管理，设立生产现场安全通道，运用定位、标识、可视化看板等对作业区域及安全进行可视化管理。

b) 应根据企业文化建设、制度建设及精益管理有关要求，对员工行为规范进行培养应消除浪费，包括

c) 应通过 APS、MES、WMS 等信息化系统互联互通，消除生产浪费，包括等待浪费、加工过剩浪费、管理浪费、不良修正浪费、动作浪费、库存浪费、搬运浪费、制造过多浪费等。

d) 应通过作业标准化，实现对生产要素、技术、质量、安全等的规范，形成安全、准确、高效、便于操作的作业指导程序，可通过数字孪生、模拟仿真等指导作业。

e) 应通过有效改善员工的劳动环境和操作条件，降低生产

过程对员工健康的影响。

6.4.2 集成优化

企业应通过绘制当前或未来的价值流图，识别生产瓶颈，优化生产方案，达到生产过程精益化，提高工作效率和产品质量。

a) 应掌握生产流程内的生产能力（人、机、料、法、环），平衡生产所需各类资源，以实现资源有效利用，高效生产。

b) 应定期核查各生产线的瓶颈工序和生产能力，通过瓶颈工序改善，提高生产效率。

c) 应掌握各生产线的实际生产能力，对生产的进展状况进行有效的跟踪管理，及时发现、处理异常，确保生产计划按时完成。

d) 应跟踪生产计划的进展情况，掌握有效的作业时间，以OEE改善为手段,提高准时化水平，优化制品存贮量，规范在制品储存方式，确保先进先去，降低资金占用。

6.4.3 安全管理

企业应通过制定和实施安全管理措施,保障生产过程中人员、设备、环境等方面的安全,防止事故的发生,保障生产的顺利进行。

a) 生产安全：应建立危险源识别、安全生产和应急调度管理体系，进行生产安全管控。

b) 信息安全：提倡采用自主安全可控的软件、系统和设备，

建立信息安全管理平台和平台，保障业务数据和业务运行的安全。

c) 作业安全：应基于作业许可管理系统，通过视频、人员定位、电子围栏等方式，进行作业安全管理。

d) 消防安全：应建立可视化消防安全监控平台，评估消防安全风险，提高预测、预警能力，分级分类实施差异化消防安全线上监管。

6.5 高端化产品

6.5.1 产品价值化

a) 产品技术性能指标等达到行业领先，有授权发明专利、科技进步奖等相关荣誉资质。

b) 具有自主品牌，品牌知名度高。

c) 产品属于《国家重点支持的高新技术领域》规定的八大领域范围。

6.5.2 产品数智化

a) 通过产品本体或产品标识的数字化，实现产品可追溯、可识别、可定位。

b) 融合应用人工智能、5G、先进传感等技术，培育工业级智能硬件、智能机器人、智能家居等智能化产品。

c) 基于数字化平台，提供产品制造质量数据查询、备件、

性能检验检测、维护升级等产品全生命周期服务。

6.5.3 产品品质化

a) 产品高品质制造与高品质服务。

b) 采用高端检验装备、实验室信息管理系统，实现产品检验工作的规范化、科学化。

c) 制定主导产品企业标准，牵头制定产品的吉林标准。

d) 产品在细分领域细分市场占有率高，位于产业链的主导（或不可替代）地位。

6.5.4 产品绿色化

产品设计充分考虑产品生命周期的环境属性。

6.6 智慧供应链

6.6.1 供应链平台建设

企业通过信息化手段或信息化技术获取供应商、原材料质量、供货期、各类库存、生产及销售计划等流程中动态信息，通过供应链平台开展客户需求、生产计划、产品设计和工艺文件等变更信息在企业间的同步更新、敏捷响应、闭环管理，并基于供应链协同平台，开展上下游企业研发、设计、生产、物流、采购、售后等业务协同。

a) 应通过信息化手段或信息化技术获取供应商、原材料质量、供货期、各类库存、生产及销售计划等流程中动态信息，

提升企业采购管理与计划的自动化水平。

b) 应通过供应链管理平台开展客户需求、生产计划、产品设计和工艺文件等变更信息在企业间的同步更新、敏捷响应、闭环管理。

c) 应基于供应链协同平台,开展上下游企业研发、设计、生产、物流、采购、售后等业务协同。

6.6.2 供应链管理

企业集成制造商、供应商、分销商以及仓库、配送、渠道商之间的全域数据,并建立订单配额、差异化采购模型,并利用模型开展供应商分级评价、分析和预警。

a) 应实现供应商管理,基于质量、准时性、价格、付款方式和服务等数据模型,开展供应商分级评价、分析和预警。

b) 应集成制造商、供应商、分销商以及仓库、配送、渠道商之间的全域数据,建立订单配额、差异化采购等模型,提升资源优化配置与调度能力。

c) 应基于供应链风险评估体系建立评估模型,开展常态化风险识别、评估与预警,形成处置预案,化解供应链风险。

6.6.3 场外物流运输

企业建立装载方案、物流路线等数据模型,通过建立物流管理信息系统、联合上下游企业共享仓储及物流配送资源信息,

实现对物流全过程的数字化管理，以提高场外物流效率。

a) 应根据产品特点、运输计划与要求等信息，建立装载方案、物流路线等数据模型，开展运输过程的数字化管控与优化调度，提高物流全周期管理效率。

b) 应建立厂外物流运输管理系统，或集成第三方物流公司的管理系统，开展物流全过程数字化管理。

c) 宜联合上下游企业共享仓储、物流配送等资源和需求信息，开展仓储资源、物流运力等交易共享和业务协同，提高仓储物流资源利用效率。

d) 应能够协同供应商等开展仓储物流服务，实现产品的整合性仓储与物流配送，保障最小交付周期。

6.7 模型化发展

6.7.1 业务流程模型化

企业对分析研发、设计、生产、采购、销售、管理、服务等核心业务流程开展模块定义，建立业务流程模型，应用人工智能、大数据等技术，实现数字驱动下的业务流程自适应和优化组合。

a) 应梳理分析研发、设计、生产、采购、销售、管理、服务等核心业务流程，开展模块定义、优化组合和流程重塑，建立业务流程模型。

b) 应将业务流程模型转变为工业软件或APP，通过实时数据集成，实现数据驱动的业务流程迭代优化。

c) 深度集成人工智能、大数据等技术应用，开展数字驱动下的业务流程自适应和优化组合，建立完善企业辅助决策模型。

6.7.2 制造过程模型化

企业围绕核心工艺、装备、产线等核心制造单元与系统，构建相应的工艺操作、过程控制等模型，并应用建模仿真、数字孪生、多模型融合等技术，开展各车间制造过程与系统的数字交互、协同管理，同时能将模型转变为工业软件或APP，开展制造单元与系统、多车间及多工厂制造过程的协同管理。

a) 应用建模仿真技术，围绕核心工艺、装备、产线等核心制造单元与系统，构建相应的工艺操作、过程控制等模型，实现制造单元与系统的数字交互。

b) 应用建模仿真、数字孪生、多模型融合等技术，围绕车间/工厂制造过程、管理过程建立过程模型，融合模型与实时数据，开展各车间制造过程与系统的数字交互、协同管理。

c) 应将模型转变为工业软件或APP，开展制造单元与系统的协同设计、制造和管理。

d) 应将模型转变为工业软件或APP，开展多车间、多工

厂制造过程的协同管理和过程优化。

6.7.3 模型能力市场化

企业能基于业务流程模型化的工业软件或APP，对外提供解决方案、能力组件等产品或服务，基于制造过程模型化形成的新技术、新装备，赋能其他企业转型升级。

a) 应基于业务流程模型化的工业软件或APP，基于市场规则对外提供解决方案、能力组件等产品或服务。

b) 应基于制造过程模型化形成的新技术、新装备等，基于市场规则对外输出，赋能其他企业转型升级。

6.8 网络化协同

6.8.1 研发设计协同

基于协同设计平台，通过协同工作、交互协商和分工合作，共同完成复杂产品设计任务。

a) 应建立协同设计平台，集成设计工具、设计标准等工具和资源数据，实现工具、知识的共享。

b) 应基于协同设计平台，开展产品、工艺、设备、工装模具等多业务并行设计。

c) 开展多学科优化、性能分析、虚拟验证等，实现跨部门、跨专业、跨区域协同设计。

d) 基于协同设计平台或接入外部平台，协同内外部各研

发设计主体开在项目协同设计、交叉验证和过程管理等。

6.8.2 生产制造协同

应用新一代信息技术将复杂产品的串行制造模式变为并行制造工程，实现工厂间生产、管理等的合作生产模式，达到资源的充分利用。

a) 应通过数字化系统集成生产计划、执行作业、物料供给、产线(设备)状态、人力配置、工艺技术等制造资源信息。

b) 应基于效率、效益等多因素，人工辅助进行计划、资源的动态分配和调度。

c) 应通过协同平台，深度集成生产计划、执行作业、物料供给、产线(设备)状态、人力配置、工艺技术等制造资源实时数据，通过模型基于效率、效益等多因素进行计划、资源的动态分配和调度，实现多车间、多工厂、多基地的高效协同。

d) 应快速响应客户需求变更、产品工艺和生产计划变更，实现制造资源动态优化配置。

6.8.3 服务运维协同

企业建立运维服务协同平台开展运维服务，并集成专家库、工具库、运维知识库、产品健康状况监测数据等服务资源，实现对产品的在线监控、故障分析诊断和预测性维护等。

a) 应建立运维服务协同平台，协同制定服务计划，响应

产品运维服务需求，调度分配服务资源，协同开展运维服务。

b) 应基于运维服务协同平台，集成专家库、工具库、运维知识库、产品健康状况监测数据等服务资源，开放监测信息，用于产品在线监控、故障分析诊断和预测性维护等。

6.9 个性化定制

6.9.1 在线化定制/平台化服务

企业有在线化的个性化定制管理与交互服务，获取与明确客户个性化需求，展示产品预期效果，实时跟踪产品设计、生产、交付等。

a) 应建立在线信息化管理体系，应能快速、准确地获取客户个性化需求，并实现对产品服务过程的追踪和落实。

b) 应运用平台接受和处理客户反馈信息，并对反馈信息进行存储、调用、分析和管理的，对服务质量进行监控。

c) 应建立定制服务平台，通过建立客户需求信息模型、产品模块与部件库、产品配置知识库与配置系统等，满足客户产品模块化或个性化定制需求。

d) 应通过推荐和诊断推理等技术系统，实现客户个性化产品的推荐，确定交货日期、产品类型和材料类型等，并提供产品预期效果展示和交付流程的实时展示。

6.9.2 模块化设计

将产品的某些要素组合在一起，构成一个具有特定功能的子系统，将这个子系统作为通用性的模块与其他产品要素进行多种组合，构成新的系统，产生多种不同功能或相同功能、不同性能的系列产品。模块化产品设计的目的是以少变应多变，以尽可能少的投入研发、生产尽可能多的产品，以最经济的方法满足各种需求。

a) 应基于客户需求和产品标准化大纲开展模块化设计，降低产品模块间的耦合度，提高模块的互换性、可维护性、可重用性和可回收性等。

b) 应统筹考虑产品质量、交付时间、成本等因素，在尽可能利用已有模块的同时，设计出产品和产品制造相关参数指标要求均衡的总体方案。

c) 应基于产品整体规划和设计标准库，开展产品平台化、系列化设计。

d) 应基于模块化生产的需求，通过对产品模块的分析分类与持续优化，促进产品组成 / 产品结构、装配工艺、模块接口的标准化。

6.9.3 模块化生产

在产品模块化设计的基础上，为满足客户需求多样化、个性化定制的一种专业化和规模化的生产方式。

a) 应基于产能、工艺约束条件等因素确定工厂个性化定制产品模块化生产的最大产能。

b) 应基于模块化设计和生产线产能平衡，通过智能排产，实现生产订单与装备或工艺流程的智能匹配，支持产品的混线生产。

c) 应基于工厂的整体规划，通过信息系统与装备的集成，开展自适应的模块化生产。

d) 应基于产业链多工厂产能的协同、规划、统筹、分配、调度，以实现整体生态产能、成本、效率最优解。

6.10 服务化延伸

6.10.1 产品延伸服务

提供售后服务保障，汇聚集成商和中间商对最终用户提供客户设备健康管理、工业产品远程运维、设备融资租赁等服务。

a) 应基于工业互联网平台建立产品工艺、运行工况、状态参数等数据库，提供设备故障诊断、预测预警等模型，向客户提供设备健康管理增值服务。

b) 应基于工业互联网平台采集与融合产品设计、运行、状态、环境等数据，应用工业元宇宙、人工智能等技术，提供产品的远程运维服务和设备运行优化。

c) 依托工业互联网平台采集设备运行情况、实时工况等

数据，融合客户生产经营等数据，建立客户经营、信用等大数据分析模型，开展信用与质量评级，提供设备融资租赁服务。

d) 以客户体验为中心，注重产品与销售渠道的数字化、平台化、智能化，发展用户直连制造、网络电商、新零售等商业模式。

6.10.2 供应链/产业链延伸服务

企业共享供应链/产业链资源，面向全行业提供现代供应链管理、分享制造和互联网金融等服务。

a) 应依托工业互联网平台，开发集中采购、供应商管理、柔性供应链、智能仓储、智慧物流等云化应用服务，推动供应链的共享化、透明化和规范化。

b) 应基于工业互联网平台为其他企业提供在线设计与制造服务，或直接对外提供设计与制造服务。

c) 应依托工业互联网平台，开展供应链企业信用评级等，提供供应链金融服务或与金融机构开展业务合作。

d) 应基于实验室检测能力和资质，对外提供检验检测、认证测试、计量校准、技术咨询、仪器共享等服务。

6.10.3 数字化能力输出

企业通过工业互联网平台或第三方服务平台，对外提供智能装备、智能产线、智能车间、智能工厂系统解决方案，并整

合内部及产业链上下游研发、制造、管理、物流、销售等资源，赋能中小企业融通发展。

a) 通过企业工业互联网平台或第三方服务平台，对外提供智能装备、智能产线、智能车间、智能工厂系统解决方案，或研发设计、生产制造、经营管理、运维服务等工业软件或工业APP。

b) 整合企业内部及产业链上下游研发、制造、管理、物流、销售等资源，赋能带动中小企业融通发展。

1 分级建设要求

企业应根据市场变化、产品迭代、发展战略等条件，结合资金、人才、技术、数据等要素，开展数字化车间、智能工厂、未来工厂的建设。在建设中应对照制造精益级、集成优化级、创新引领级所确定的能力域（其中，数字化车间建设对照制造精益级，智能工厂建设对照制造精益级和集成优化级，未来工厂建设对照集成优化级和创新引领级）进行相关的设计、部署与优化，持续提升建设成效，助力企业高质量发展。

